Заключение

Предлагаемый программный комплекс содержит три модели типовых многопроцессорных систем. Он используется при выполнении лабораторных работ по дисциплине «Высокопроизводительные вычислительные системы» студентами направлений 230100 и 231000. Имитационные модели разработаны с использованием универсальных сред (Delphi и C++). Они являются упрощенными и воспроизводят основные элементы структур и режимов функционирования объектов, что обеспечивает простоту усвоения материала и позволяет определять наиболее оптимальные параметры структур и режимов. Важной особенностью моделей является визуализация исследуемых процессов. Она обеспечивает максимальную наглядность и оптимальный режим обучения.

Литература

1. Таненбаум, Э. Архитектура компьютера: пер. с англ. / Э. Таненбаум.- Изд. 5-е.- СПб., 2010. - 848 с.

2. Хамахер, К. Организация ЭВМ: пер. с англ. / К. Хамахер, З.Вранешич, С. Заки; Сер.: Классика computer science.- Изд. 5-е.; - Спб: Питер, 2003г. - 845 с.

3. Орлов С.П. Организация компьютерных систем: учебное пособие/С.П. Орлов, Н.В. Ефимушкина. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – 188 с.

С.Л. Забелин, К.В. Жеголко, В.Д. Фроловский

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОЛИВА

(Новосибирский государственный технический университет, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики)

Одним из путей ускорения научно-технического прогресса является автоматизация конструкторских и технологических решений в САПР и АСТПП на базе широкого внедрения современных информационных технологий. При решении многих задач проектирования необходимо учитывать их геометрические особенности, что позволило выделить их в отдельный класс задач геометрического проектирования. В качестве примеров можно назвать задачи рационального раскроя материалов, задачи автоматизированного проектирования генеральных планов промышленных предприятий, задачи проектирования цифровой аппаратуры, проектирования систем воздушного и космического наблюдения, систем безопасности, систем освещения, агротехнических систем, и других. Задача геометрического покрытия относится к проблематике «раскроя и упаковки» (*Cutting and Packing, C&P*). В течение последних шестидесяти лет эта проблема привлекает внимание научных исследователей и производственников. Научное начало рациональному использованию материалов заложено работой: Л.В. Канторовича, И.В. Залгаллера [1], которая была впервые опубликована в 1951г. К фундаментальным работам этого направления относятся работы: И.В. Романовского, Э.А. Мухачевой [2], А.С. Филипповой [3]. В отличие от других задач этого класса, задачи покрытия мало изучены на сегодняшний день. Актуальность задачи геометрического покрытия обусловлена также её принадлежностью к классу *NP*-трудных задач, причем, с дискретно-непрерывной структурой. Все точные методы, известные для решения подобных задач, имеют экспоненциальную вычислительную сложность. Поэтому возникает проблема разработки приближенных и эвристических методов, позволяющих находить субоптимальные решения. Эффективным является использование метаэвристических методов. В настоящее время развитие методов решения этого класса задач направлено, с одной стороны, на создание формального математического аппарата и выявление особенностей задач на основе единого подхода к их описанию, с другой стороны, на разработку практичных моделей и оптимизационных методов для решения соответствующих задач в конкретных технологических условиях [2-4].

В докладе рассматривается решение задач оптимального геометрического покрытия с помощью «первого подходящего» (First Fit), вероятностного (Probabilistic), экстремального (Extreme) и муравьиного (Ant) алгоритмов и их применение для решения задач анализа и проектирования агротехнических систем полива.

Математическая постановка задачи формулируется следующим образом.

Пусть в двумерном пространстве имеется покрываемая поверхность S_0 и покрывающие геометрические объекты $S_1,...,S_m$, где m – общее количество заданных объектов различной формы (прямоугольники, треугольники, окружности и их теоретико-множественные комбинации). Требуется расположить геометрические объекты на покрываемой поверхности таким образом, чтобы вся поверхность была покрыта целиком, т.е. должно выполняться следующее условие: $S_0 \cap \left(\bigcup_{i=1}^{n} S_i \right) = S_0$, где n – общее количество использованных объектов (в общем случае $n \neq m$, т.к. некоторые объекты могут быть использованы несколько раз, или не использованы совсем). Задан один из следующих критериев оптимизации:

– $L_1 = n \to \min$, где n – количество использованных геометрических объектов;

– $L_2 = \sum_{i=1}^{n} P_i \to \min$, где P_i – стоимость использования $i-$ го объекта;

– $L_3 = \bigcap_{i=1}^{n} S_i + \left(\sum_{i=1}^{n} S_i - \bigcap_{i=1}^{n} S_i - S_0 \right) \to \min$, где $\bigcap_{i=1}^{n} S_i$ – площадь пересечений использованных объектов, $\left(\sum_{i=1}^{n} S_i - \bigcap_{i=1}^{n} S_i - S_0 \right)$ – площадь частей геометрических объектов, вышедших за края покрываемой поверхности. Кроме того, можно использовать комплексный критерий (аддитивный или мультипликативный). В рассматриваемом подходе принято, что все объекты имеют растровую структуру [4].

Организация системы полива начинается с выбора и размещения оборудования для полива, от которого зависит организация трубопроводов. Зона полива определяется мощностью насосов. Сокращение количества оборудования уменьшит бюджет системы, а визуальное отображение позволит убедиться в полном покрытии нужного участка (см. рис. 2). Оборудование для полива образует диаграмму в виде кругов с различным диаметром. В примере используются круги с диаметром 5, 9, 12, 16, 20, 24, 28 пикселей. В таблице приведены результаты работы алгоритмов по организации системы полива. Покрывающие объекты сформированы в группы по 4 круга с постепенным ростом диаметра полива. Пример организации системы полива на рисунке 1 представлен компанией «Аквабаланс» на сайте *http://www.aquabalance.ru*.

Проведенные исследования и результаты вычислительных экспериментов на модельных и реальных задачах показали, что хорошие результаты по коэффициенту покрытия дают экстремальный алгоритм, муравьиный алгоритм и в некоторых случаях даже первый подходящий алгоритм показывает приемлемые результаты вследствие применения вероятностных процедур и выполнения большого количества перебора вариантов.

Экстремальный алгоритм имеет глубину рекурсии равную 1000 и за 50 выполнений достигает высоко результата по коэффициенту эффективности покрытия, однако для лучшего покрытия он использует круги меньшего диаметра, что приводит к увеличению числа используемых объектов. Такой результат работы алгоритма на практике можно тоже использовать для специфических реализаций, но основной целью программы является сокращение количества использованных разбрызгивателей без потери эффективности покрытия. Лидером в данном вопросе является муравьиный алгоритм по полной карте. Благодаря использованию полной карты муравьиный алгоритм размещает покрывающие объекты, не привязываясь к краям покрываемой поверхности. Также он использует группирование объектов по площади и размещает объекты сначала наилучшим способом, а потом подставляет объекты, начиная с наименьшей площади, заполняя пустоты. Благодаря интеллектуальному выбору места размещения и перебору групп алгоритм муравьиных колоний достигает хорошего результата, который можно использовать для оптимизации проекта.

Согласно существующим размещениям используется 11 разбрызгивателей, а муравьиный алгоритм расположил 5 разбрызгивателей (см. рис. 1, 2). Таким образом, уменьшилось на шесть количество разбрызгивателей.

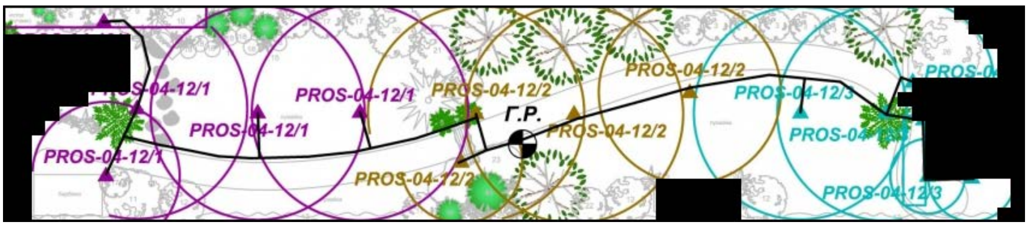

Рис. 1. План участка полива

Таблица. Результаты работы алгоритмов по размещению оборудования системы полива

Группа	Вариант алгоритма	Показатели результатов покрытий	
		K_L	n
1 круги диаметром 5,9,12,16	*Первый подходящий*	0,41091	18
	Вероятностный	0,39187	10
	Экстремальный	0,45028	27
	Муравьиных колоний	0,21815	15
2 круги диаметром 9,12,16,20	*Первый подходящий*	0,34170	12
	Вероятностный	0,24216	9
	Экстремальный	0,38730	16
	Муравьиных колоний	0,29078	7
3 круги диаметром 12,16,20,24	*Первый подходящий*	0,28956	9
	Вероятностный	0,16125	8
	Экстремальный	0,37304	12
	Муравьиных колоний	0,29099	5
4 круги диаметром 16,20,24,28	*Первый подходящий*	0,28472	6
	Вероятностный	0,09428	7
	Экстремальный	0,34876	8
	Муравьиных колоний	0,38767	5

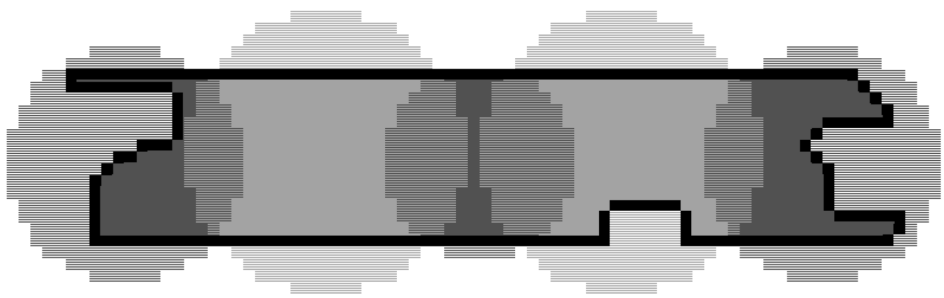

Рис. 2. Результат покрытия алгоритмом муравьиных колоний участка полива группой №4

Заключение

Применение разработанных алгоритмов может существенно помочь в проектировании агротехнических систем полива и др. систем. Формируя различные группы объектов в зависимости от формы диаграммы направленности и стоимость оборудования, можно получать разные схемы покрытия. Из полученных результатов выбирается наиболее приемлемый исходя из индивидуальных особенностей системы и покрываемой поверхности. Для использования этих покрытий в проектировании нужна доработка, так как все особенности покрываемой поверхности и объектов учесть нельзя, однако это значительно упрощает ручную проработку, и значительно снижает вероятность ошибки.

Литература

1. Канторович Л.В., Заллгаллер В.А. Рациональный раскрой промышленных материалов. СПб.: Невский диалект. 2012. -304 с.

2. Мухачева Э.А., Валиахметова Ю.И., Хасанова Э.И., Телицкий С.В. Проектирование размещения ортогональных объектов на полигонах с препятствиями. Информационные технологии. 2010. № 10. С. 16-22.

3. Филиппова А.С., Кузнецов В.Ю. Задачи о минимальном покрытии ортогональных многоугольников с запретными участками. Информационные технологии. 2008. № 9 (145). 2008. С. 60-65.

4. Фроловский В. Д., Забелин С.Л. Разработка и анализ приближенных методов решения оптимизационных задач геометрического покрытия. Информационные технологии в проектировании и производстве. № 3. 2011. С. 54-58.

Ю.М. Заболотнов, А.А. Лобанков

ОПТИМАЛЬНОЕ ДЕМПФИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКИ

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет))

В работе рассматривается метод расчета приближенно оптимального регулятора для стабилизации движения твердого тела относительно неподвижной точки. Предполагается, что движение твердого тела близко к движению в классическом случае Лагранжа. Метод основывается на совместном применении принципа динамического программирования Беллмана [1] и метода усреднения. Метод усреднения применяется для приближенного решения уравнения Гамильтона – Якоби – Беллмана, что позволяет осуществить синтез регулятора. Предлагаемый метод расчета регулятора может быть использован во многих задачах, близких к задаче о движении волчка Лагранжа (движение твердого тела в атмосфере, движение твердого тела на тросе при развертывании орбитальной тросовой системы и др.).

Синтез регулятора в данной работе проводится для малых углов нутации, то есть невозмущенная система представляет собой линейную систему с гироскопическими членами. После преобразования системы к нормальным координатам синтез управления осуществляется по квадратичному критерию оптимальности на асимптотически большом интервале времени. Обратное преобразование координат позволяет записать уравнение регулятора в исходных переменных и, тем самым, решить поставленную задачу.

Движение твердого тела вокруг неподвижной точки описывается классическими динамическими и кинематическими уравнениями Эйлера относительно некоторой неподвижной системы координат. При рассмотрении движения твердого тела в окрестности статически устойчивого положения равновесия (то